

## Bibliographic Fields

## Document Identity

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| (19)【発行国】                   | (19) [Publication Office]                                      |
| 日本国特許庁 (JP)                 | Japan Patent Office (JP)                                       |
| (12)【公報種別】                  | (12) [Kind of Document]  |
| 公開特許公報 (A)                  | Unexamined Patent Publication (A)                              |
| (11)【公開番号】                  | (11) [Publication Number of Unexamined Application]            |
| 特開2001-33317 (P2001-33317A) | Japan Unexamined Patent Publication 2001- 33317 (P2001-33317A) |
| (43)【公開日】                   | (43) [Publication Date of Unexamined Application]              |
| 平成13年2月9日 (2001. 2. 9)      | Heisei 13*February 9* (2001.2.9)                               |

## Public Availability

|                        |   |
|------------------------|---|
| (43)【公開日】              | (43) [Publication Date of Unexamined Application] |
| 平成13年2月9日 (2001. 2. 9) | Heisei 13*February 9* (2001.2.9)                  |

## Technical

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| (54)【発明の名称】                         | (54) [Title of Invention]  |
| 温度計測素子、およびこれを用いる温度計測方法              | temperature measurement element , and temperature measurement method which uses this |
| (51)【国際特許分類第 7 版】                   | (51) [International Patent Classification, 7th Edition]                              |
| G01K 7/36                           | G01K7/36   |
| 1/02                                | 1/02   |
| 1/14                                | 1/14   |
| 【FI】                                | [FI]   |
| G01K 7/36 B                         | G01K7/36B  |
| 1/02 E                              | 1/02E  |
| 1/14 L                              | 1/14L  |
| 【請求項の数】                             | [Number of Claims]   |
| 5                                   | 5  |
| 【出願形態】                              | [Form of Application]  |
| OL                                  | OL   |
| 【全頁数】                               | [Number of Pages in Document]  |
| 5                                   | 5  |
| 【テーマコード(参考)】                        | [Theme Code (For Reference)]   |
| 2F056                               | 2F056  |
| 【F ターム(参考)】                         | [F Term (For Reference)]   |
| 2F056 AE03 AE05 AE07 CL08 SB03 SB08 | 2F056AE03AE05AE07CL08SB03SB08  |

## Filing

【審査請求】

[Request for Examination]

有

\*

(21)【出願番号】

(21) [Application Number]

特願平11-202422

Japan Patent Application Hei 11- 202422

(22)【出願日】

(22) [Application Date]

平成11年7月16日(1999. 7. 16)

1999 July 16\* (1999.7.16)

## Parties

## Applicants

(71)【出願人】

(71) [Applicant]

【識別番号】

[Identification Number]

391012394

391012394

【氏名又は名称】

[Name]

東北大学長

Tohoku University \*

【住所又は居所】

[Address]

宮城県仙台市青葉区片平2丁目1番1号

Miyagi Prefecture Sendai City Aoba-ku Katahira 2-1-1

## Inventors

(72)【発明者】

(72) [Inventor]

【氏名】

[Name]

荒井 賢一

Arai Kenichi

【住所又は居所】

[Address]

宮城県仙台市泉区山の寺2-28-9

Miyagi Prefecture Sendai City Izumi-ku crest \*\*2- 28- 9

(72)【発明者】

(72) [Inventor]

【氏名】

[Name]

井上 光輝

Inoue \*\*

【住所又は居所】

[Address]

宮城県仙台市太白区向山2-3-10

Miyagi Prefecture Sendai City Taihaku-ku Mukouyama 2- 3- 10

(72)【発明者】

(72) [Inventor]

【氏名】

[Name]

山田 章吾

Yamada Shogo

【住所又は居所】

[Address]

宮城県仙台市泉区加茂4-14-20

Miyagi Prefecture Sendai City Izumi-ku Kamo 4- 14- 20

## Agents

(74)【代理人】

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

## 【識別番号】

100059258

## 【弁理士】

## 【氏名又は名称】

杉村 暁秀（外2名）

## [Identification Number]

100059258

## [Patent Attorney]

## [Name]

Sugimura Akihide (2 others )

**Abstract**

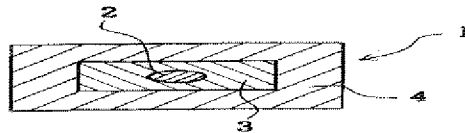
## (57)【要約】

## 【課題】

被測定部位の温度をリモート状態で計測可能な新規な温度計測素子、およびこれを用いる温度計測方法を提供する。

## 【解決手段】

温度計測素子 1 を、永久磁石 2 と、該永久磁石 2 の周囲を覆う感温磁性体 3, 4 とを有して構成し、この温度計測素子 1 からの漏洩磁束 6 を磁気センサ 5 で検出して、その出力に基づいて非測定部位の温度を計測する。



## (57) [Abstract]

## [Problems to be Solved by the Invention]

temperature of suffering measurement site measureable novel temperature measurement element , and temperature measurement method which uses this are offered with remote state .

## [Means to Solve the Problems]

temperature measurement element 1, possessing temperature-sensitive magnetic member 3, 4 which covers periphery of permanent magnet 2 and said permanent magnet 2, configuration it does, detects leak magnetic flux 6 from this temperature measurement element 1 with magnetic sensor 5, it measures temperature of non- measurement site on basis of that output.

**Claims**

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

永久磁石と、該永久磁石の周囲を覆う感温磁性体とを有することを特徴とする温度計測素子。

## 【請求項 2】

上記感温磁性体として、キュリー温度の異なる複数の感温磁性体を、上記永久磁石から離れるに従ってキュリー温度が低くなる順に積層したことを特徴とする請求項 1 記載の温度計測素子。

## 【請求項 3】

上記感温磁性体は、生体温度近傍にキュリー温度を有する磁性材料から成ることを特徴とす

## [Claim (s)]

## [Claim 1]

temperature measurement element , which designates that it possesses temperature-sensitive magnetic member which covers periphery of permanent magnet and said permanent magnet as feature

## [Claim 2]

As above-mentioned temperature-sensitive magnetic member , it leaves from above-mentioned permanent magnet following temperature-sensitive magnetic member of different plural of Curie temperature , and temperature measurement element , which is stated in Claim 1 which designates that it laminates in order where Curie temperature becomes low as feature

## [Claim 3]

As for above-mentioned temperature-sensitive magnetic member , temperature measurement element , which is stated

る請求項 1 または 2 記載の温度計測素子。

【請求項 4】

上記永久磁石および感温磁性体の少なくとも一つが薄膜から成ることを特徴とする請求項 1,2 または 3 記載の温度計測素子。

【請求項 5】

請求項 1,2,3 または 4 記載の温度計測素子を被測定部位に設置し、該温度計測素子からの漏洩磁束を磁気センサで検出して、その出力に基づいて上記被測定部位の温度を計測することを特徴とする温度計測方法。

Specification

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、温度計測素子、およびこれを用いる温度計測方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の温度計測素子として、半導体の温度による抵抗変化を利用するサーミスタや、2 種類の金属線の接合点間に温度差によって生じる熱起電力を利用する熱電対、あるいは金属の温度による抵抗変化を利用する測温抵抗体が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の温度計測素子を用いる温度計測にあつては、何れも温度計測素子をリード線を介して計測装置に接続しなければならないため、例えば生体内に熱電対やサーミスタの温度計測素子を埋設して特定部位の温度を計測する場合には、生体内部に埋設した温度計測素子から生体外部までリード線を引き出す必要がある。

in the Claim 1 or 2 which designates that it consists of magnetic material which possesses Curie temperature in body temperature vicinity as feature

{Claim 4 }

temperature measurement element , which is stated in Claim 1, 2 or 3 which designates that the above-mentioned permanent magnet and at least one of temperature-sensitive magnetic member consist of lamella as feature

{Claim 5 }

temperature measurement element which is stated in Claim 1 , 2, 3 or 4 is installed in suffering measurement site , leak magnetic flux from said temperature measurement element is detected with magnetic sensor , temperature measurement method , which designates that temperature of above-mentioned suffering measurement site is measured on basis of that output as feature

{Description of the Invention }

{0001}

{Technological Field of Invention }

this invention is something regarding temperature measurement element , and temperature measurement method which uses this.

{0002}

{Prior Art }

As conventional temperature measurement element , temperature-measuring resistor which utilizes resistance change with temperature of the thermocouple , or metal which utilizes thermoelectromotive force which between joining point of metal line of thermistor and 2 kinds which utilize resistance change with the temperature of semiconductor it occurs with temperature difference is known.

{0003}

{Problems to be Solved by the Invention }

But, there being a temperature measurement which uses conventional temperature measurement element , none through lead body , must become to connect temperature measurement element to measurement apparatus , because, embedding doing temperature measurement element of thermocouple and thermistor in for example inside the body , when it measures temperature of identification unit rank, it is necessary to pull out the lead body from temperature measurement element which embedding it makes inside the body to in vitro section.

【0004】

このため、特に生体内の特定部位を高周波加熱して温熱治療するハイパーサーミヤ装置のように、特定部位およびその近傍の詳細かつ精密な温度計測を必要とする場合には、特定部位およびその近傍に複数の温度計測素子を埋設して、それぞれのリード線を生体外に引き出さなければならないため、患者の負担が大きくなるという問題がある。

【0005】

この発明は、このような従来の問題点に着目してなされたもので、その第 1 の目的は、被測定部位の温度をリモート状態で計測可能な新規な温度計測素子を提供することにある。

【0006】

さらに、この発明の第 2 の目的は、上記の温度計測素子を用いて温度を計測する温度計測方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記第 1 の目的を達成するため、請求項 1 に係る温度計測素子の発明は、永久磁石と、該永久磁石の周囲を覆う感温磁性体とを有することを特徴とするものである。

【0008】

請求項 1 に記載の発明によれば、感温磁性体は、温度上昇に伴って磁力が低下し、温度が感温磁性体に固有の臨界温度、すなわちキュリー温度に達すると磁力をほぼ完全に失うので、感温磁性体から漏洩する永久磁石からの磁束は、温度に応じて変化することになる。

したがって、温度計測素子からの漏洩磁束を検出すれば、温度計測素子が設置されている被測定部位の温度をリモート状態で計測することが可能となるので、医療分野における生体内温度計測や非生活環境現場での温度計測に有効に適用することができる。

【0009】

[0004]

Because of this . Especially, high frequency heating doing identification unit rank of inside the body , like [haipaasaamiya ] device which heat therapy it does, when details of identification unit it needs rank and its vicinity and precision temperature measurement , embedding doing temperature measurement element of plural in identification unit rank and its vicinity , because it pulls respective lead body to the in vitro and comes out and you must become, There is a problem that burden of patient becomes large.

[0005]

As for this invention, paying attention to conventional problem a this way, being something which it is possible, first objective temperature of the suffering measurement site measureable is to offer novel temperature measurement element with remote state .

[0006]

Furthermore, second objective of this invention is to offer temperature measurement method which measures temperature making use of above-mentioned temperature measurement element .

[0007]

[Means to Solve the Problems ]

In order to achieve above-mentioned first objective , invention of temperature measurement element which relates to Claim 1 is something which designates that it possesses temperature-sensitive magnetic member which covers periphery of permanent magnet and said permanent magnet as feature.

[0008]

According to invention which is stated in Claim 1 , as for the temperature-sensitive magnetic member , magnetic force to decrease attendant upon temperature rise , when temperature reaches to critical temperature , namely Curie temperature of peculiar in temperature-sensitive magnetic member , because magnetic force is almost lost completely, magnetic flux from permanent magnet which leaks from temperature-sensitive magnetic member means to change according to temperature .

Therefore, if leak magnetic flux from temperature measurement element is detected, because it becomes possible, to measure temperature of suffering measurement site where temperature measurement element is installed with remote state inside the body temperature measurement in medical field and it can apply effectively to temperature measurement with non- living environment site .

[0009]

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の温度計測素子において、上記感温磁性体として、キュリー温度の異なる複数の感温磁性体を、上記永久磁石から離れるに従ってキュリー温度が低くなる順に積層したことを特徴とするものである。

## 【0010】

請求項 2 に記載の発明によれば、積層した順次の感温磁性体のキュリー温度を適切に設定することにより、被測定部位の温度を広範囲に亘ってほぼ連続的に計測したり、段階的に計測することが可能となる。

## 【0011】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の温度計測素子において、上記感温磁性体は、生体温度近傍にキュリー温度を有する磁性材料から成ることを特徴とするものである。

## 【0012】

請求項 3 に記載の発明によれば、特に生体に対する温度計測に有効に用いることができ、例えば生体内の特定部位を温熱治療する場合には、温度計測素子として、例えば所定の温度(例えば、42 deg C)で漏洩磁束が急増するように構成したものをを用い、この温度計測素子を特定部位やその近傍に埋設して温度を計測することにより、正確な温度制御を行なうことが可能となる。

## 【0013】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1,2 または 3 に記載の温度計測素子において、上記永久磁石および感温磁性体の少なくとも一つが薄膜から成ることを特徴とするものである。

## 【0014】

請求項 4 に記載の発明によれば、薄膜化することで温度計測素子全体を小型化することができるので、特に生体内の特定部位に埋設して温度を計測する場合に、患者の負担をより軽減することが可能となる。

Invention which is stated in Claim 2 it leaves from the above-mentioned permanent magnet in temperature measurement element which is stated in Claim 1, as above-mentioned temperature-sensitive magnetic member, following temperature-sensitive magnetic member of different plural of the Curie temperature, and is something which designates that it laminates in the order where Curie temperature becomes low as feature.

## 【0010】

To measure in stepwise it becomes possible extending to broad range, to measure temperature of suffering measurement site almost in continuous according to invention which is stated in Claim 2, by setting Curie temperature of temperature-sensitive magnetic member of sequential which is laminated appropriately.

## 【0011】

As for invention which is stated in Claim 3, as for the above-mentioned temperature-sensitive magnetic member, it is something which designates that it consists of magnetic material which possesses Curie temperature in body temperature vicinity as feature in temperature measurement element which is stated in Claim 1 or 2.

## 【0012】

According to invention which is stated in Claim 3, be able to use effectively to temperature measurement for especially body, when identification unit rank of for example inside the body is done heat therapy, in order for leak magnetic flux to increase rapidly with for example predetermined temperature (for example 42 deg C) as temperature measurement element, embedding designating the this temperature measurement element as identification unit rank and vicinity making use of those which configuration are done, in measuring temperature depending. It becomes possible to do correct temperature control.

## 【0013】

Invention which is stated in Claim 4 is something which designates that above-mentioned permanent magnet and at least one of temperature-sensitive magnetic member consist of lamella in temperature measurement element which is stated in Claim 1, 2 or 3, as feature.

## 【0014】

According to invention which is stated in Claim 4, because it is possible, miniaturization to do temperature measurement element entirely by fact that making thin film it does embedding making identification unit rank of especially inside the body, when it measures temperature, it becomes possible to lighten from burden of the patient.

【0015】

さらに、上記第 2 の目的を達成するため、請求項 5 に記載の温度計測方法の発明は、請求項 1,2,3 または 4 に記載の温度計測素子を被測定部位に設置し、該温度計測素子からの漏洩磁束を磁気センサで検出して、その出力に基づいて上記被測定部位の温度を計測することを特徴とするものである。

【0016】

請求項 5 に記載の発明によれば、温度計測素子を計測装置に接続することなく、被測定部位の温度をリモート状態で、しかもリアルタイムで計測することが可能となる。

【0017】

#### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について説明する。

図 1 は、この発明に係る温度計測素子の一実施の形態を示す断面図である。

この温度計測素子 1 は、永久磁石 2 と、この永久磁石 2 を覆うように順次積層した二つの感温磁性体 3 および 4 とを有する。

永久磁石 2 は、例えば SmCo 系、SmFeN 系、NdFeB 系等の強い永久磁石材料、すなわち (BH)max の大きい永久磁石材料で形成する。

また、感温磁性体 3,4 は、内側の感温磁性体 3 のキュリー温度 T1 と、外側の感温磁性体 4 のキュリー温度 T2 とが  $T1 > T2$  となるように形成する。

この実施の形態では、感温磁性体 3,4 を、NiZn フェライト等の磁性材料で、その組成比を変えたり、添加物を混入する等して、キュリー温度 T1, T2 が生体温度近傍で  $T1 > T2$  となるように形成する。

【0018】

図 1 に示した温度計測素子 1 によれば、感温磁性体 3,4 はそれぞれ温度上昇に伴って磁力が低下し、感温磁性体 3 はキュリー温度 T1 で、感温磁性体 4 はキュリー温度 T2 でそれぞれ磁力

[0015]

Furthermore, in order to achieve above-mentioned second objective, it is something which designates that invention of temperature measurement method which is stated in Claim 5 installs temperature measurement element which is stated in Claim 1, 2, 3 or 4 in the suffering measurement site, detects leak magnetic flux from said temperature measurement element with magnetic sensor, measures temperature of above-mentioned suffering measurement site on basis of that output as feature.

[0016]

temperature of suffering measurement site with remote state, furthermore it becomes possible according to invention which is stated in the Claim 5, without connecting temperature measurement element to measurement apparatus, to measure with the real time.

[0017]

#### [Embodiment of the Invention]

Below, referring to drawing, you explain concerning this Embodiment of Invention.

Figure 1 is sectional view which shows one embodiment of temperature measurement element which relates to this invention.

this temperature measurement element 1, in order to cover permanent magnet 2 and this permanent magnet 2, sequential has temperature-sensitive magnetic member 3 and 4 of two which is laminated.

for example SmCo system and SmFeN system, it forms permanent magnet 2, with permanent magnet material where NdFeB or other strong permanent magnet material, namely (BH) max is large.

In addition, in order for Curie temperature T1 of temperature-sensitive magnetic member 3 of inside and the Curie temperature T2 of temperature-sensitive magnetic member 4 of outside to become  $T1 > T2$ , it forms the temperature-sensitive magnetic member 3, 4.

With this embodiment, temperature-sensitive magnetic member 3, 4, with Ni Zn ferrite or other magnetic material, composition ratio is changed, the additive is mixed such as doing, Curie temperature T1, T2 being body temperature vicinity, in order to become  $T1 > T2$ , it forms.

[0018]

According to temperature measurement element 1 which is shown in Figure 1, as for temperature-sensitive magnetic member 3, 4 magnetic force to decrease respectively attendant upon temperature rise, because as for temperature-sensitive

を失うので、温度計測素子 1 を生体の被測定部位に設置すると、被測定部位の温度  $T$  が  $T < T_2$  のある温度では、図 2(a)に示すように、永久磁石 2 からの磁束は、その殆どが感温磁性体 3,4 内で磁路を形成し、温度計測素子 1 からの漏洩磁束は非常に少ない状態にある。また、 $T_2 \leq T < T_1$  のある温度では、外側の感温磁性体 4 は磁力を失うので、図 2(b)に示すように、温度計測素子 1 からの漏洩磁束は、 $T < T_2$  の場合よりも多くなる。さらに、 $T \leq T_1$  になると、感温磁性体 3 も磁力を失うので、図 2(c)に示すように、温度計測素子 1 からの漏洩磁束は、 $T_2 \leq T < T_1$  の場合よりも多くなる。

【0019】

したがって、温度計測素子 1 からの漏洩磁束は、温度上昇に伴って増加し、 $T \leq T_1$  で最大(飽和)となるので、その漏洩磁束を温度計測素子 1 から所定の距離を隔てた位置において磁気センサで検出すれば、その出力に基づいて被測定部位の温度をリモート状態で、しかもリアルタイムで  $T_1$  まで正確に測定することが可能となる。

【0020】

ここで、図 1 に示す構成において、永久磁石 2 として  $0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm}$  の SmCo 磁石を用い、感温磁性体 3 として図 3(a)に実線で示す磁束密度の温度特性を有する材料(キュリー温度  $T_1 = 60 \text{ deg C}$ )を、また感温磁性体 4 として図 3(a)に一点鎖線で示す磁束密度の温度特性を有する材料(キュリー温度  $T_2 = 44 \text{ deg C}$ )を用いて、全体の大きさが  $4\text{mm} \times 4\text{mm} \times 4\text{mm}$  の温度計測素子 1 を作製し、その温度計測能力を評価した。

なお、漏洩磁束を検出する磁気センサは、地磁気検出等に用いられる超高感度のフラックス・ゲート型磁気センサを用いた。

【0021】

magnetic member 3 with Curie temperature  $T_1$ , as for temperature-sensitive magnetic member 4 magnetic force is lost respectively with Curie temperature  $T_2$ , when temperature measurement element 1 is installed in the suffering measurement site of body, with temperature where temperature  $T$  of the suffering measurement site has  $T < T_2$ , way it shows in Figure 2 (a), as for magnetic flux from permanent magnet 2, Most forms magnetic path inside temperature-sensitive magnetic member 3, 4, as for leak magnetic flux from temperature measurement element 1 in unusual is a little state. In addition, because with temperature which has  $T_2 \leq T < T_1$ , as for the temperature-sensitive magnetic member 4 of outside magnetic force is lost, as shown in Figure 2 (b), the leak magnetic flux from temperature measurement element 1 becomes many in comparison with in case of the  $T < T_2$ . Furthermore, when it becomes  $T \leq T_1$ , because also temperature-sensitive magnetic member 3 loses magnetic force, as shown in Figure 2 (c), leak magnetic flux from temperature measurement element 1 becomes many in comparison with in case of  $T_2 \leq T < T_1$ .

[0019]

Therefore, as for leak magnetic flux from temperature measurement element 1, to increase attendant upon temperature rise, because maximum (saturated) with it becomes with  $T \leq T_1$ , if it detects with magnetic sensor leak magnetic flux in location which separates the predetermined distance from temperature measurement element 1, temperature of suffering measurement site with remote state, furthermore with real time it becomes possible to  $T_1$  on the basis of that output to measure accurately.

[0020]

Here, in configuration which is shown in Figure 1, as permanent magnet 2 making use of material (Curie temperature  $T_2 = 44 \text{ deg C}$ ) which possesses temperature characteristic of magnetic flux density which in Figure 3 (a) is shown with dot-dash line in addition material (Curie temperature  $T_1 = 60 \text{ deg C}$ ) which possesses temperature characteristic of magnetic flux density which in Figure 3 (a) is shown with solid line making use of SmCo magnet of  $0.5 \text{ mm} \times 0.5 \text{ mm} \times 0.5 \text{ mm}$ , as temperature-sensitive magnetic member 3, as the temperature-sensitive magnetic member 4, size of entirety produced temperature measurement element 1 of  $4 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$ , appraised the temperature measurement capacity.

Furthermore, as for magnetic sensor which detects leak magnetic flux, flux gate type magnetic sensor of ultrahigh sensitivity which is used for area magnetic detection etc was used.

[0021]



図 3(b)は、その測定結果を示すものである。

図 3(b)から明らかなように、44 deg C 未満の温度では漏洩磁束はほとんど観測されないが、44 deg C 以上では外側の感温磁性体 4 が磁力を失うため磁束の漏洩が生じ始めることが分かる。

また、さらに温度が上昇し、60 deg C 以上になると内側の感温磁性体 3 も磁力を失うため、漏洩磁束がさらに増加することが分かる。

この測定結果から、44 deg C および 60 deg C で漏洩磁束がステップ状に増加し、それを計測することによりリモート状態で温度を計測できていることが確認された。

【0022】

図 4 は、この発明に係る温度計測方法の一実施の形態を示すものである。

この実施の形態では、図 1 に示した構成の温度計測素子 1 を生体内の特定部位に埋設し、生体外部には温度計測素子 1 から所定の距離を隔てて磁気センサ 5 を配置し、この磁気センサ 5 により温度計測素子 1 からの温度に応じた漏洩磁束 6 を検出して、その出力に基づいて特定部位の温度を測定するようにしたものである。

ここで、磁気センサ 5 は、好ましくは超高感度のもの、例えば上記のフラックス・ゲート型磁気センサや、磁気インピーダンス型磁気センサを用いる。

【0023】

この温度計測方法によれば、生体内部に埋設した温度計測素子 1 から生体外部にリード線を引き出すことなく、温度計測素子 1 からの漏洩磁束を生体外において磁気センサ 5 で検出することにより、生体内の特定部位の温度をリモート状態で、リアルタイムで計測することができるので、患者の負担を軽減することができる。

【0024】

なお、この発明は、上述した実施の形態にのみ限定されるものではなく、幾多の変形または変更が可能である。

Figure 3 (b) is something which shows measurement result .

As been clear from Figure 3 (b) , with temperature under 44 deg C as for leak magnetic flux it is not for most part observed. Because with 44 deg C or greater temperature-sensitive magnetic member 4 of outside loses magnetic force , it understands that leak of magnetic flux starts occurring.

In addition, when furthermore temperature rises, becomes 60 deg C or greater because also temperature-sensitive magnetic member 3 of inside loses magnetic force , leak magnetic flux furthermore increasing you understand.

From this measurement result , with 44 deg C and 60 deg C leak magnetic flux increased in the step , being able to measure temperature it was verified with remote state by measuring that that it is.

[0022]

Figure 4 is something which shows one embodiment of temperature measurement method which relates to this invention.

It is something which, detecting leak magnetic flux 6 which responds to temperature from temperature measurement element 1 with this magnetic sensor 5, it tries to arrange magnetic sensor 5 to measure temperature of identification unit rank on basis of that output in the in vitro section to designate temperature measurement element 1 of configuration which is shown in Figure 1 as identification unit rank of inside the body with this embodiment , embedding across predetermined distance from temperature measurement element 1.

Here, as for magnetic sensor 5, those of preferably ultrahigh sensitivity , for example above-mentioned flux \*gate type magnetic sensor and magnetic impedance type magnetic sensor are used.

[0023]

Because temperature of identification unit rank of inside the body with remote state , can be measured with real time by detecting with magnetic sensor 5 according to the this temperature measurement method , without from temperature measurement element 1 which embedding is made inside the body pulling out lead body to in vitro section, leak magnetic flux from temperature measurement element 1 in in vitro , burden of patient can be lightened.

[0024]

Furthermore, this invention is not something which is limited in only embodiment which description above is done, numerous deformation or modification is possible.

例えば、図 1 に示した実施の形態では、永久磁石 2 の周囲をキュリー温度が異なる二層の感温磁性体 3,4 で包囲して温度計測素子 1 を構成したが、感温磁性体を一層としたり、あるいはキュリー温度がそれぞれ異なる三層以上の感温磁性体を積層して温度計測素子を構成することもできる。

ただし、三層以上の感温磁性体を積層する場合には、上述した実施の形態と同様に、永久磁石から離れるに従ってキュリー温度が低くなる順に積層する。

このように感温磁性体を三層以上設ければ、各感温磁性体のキュリー温度および組成等を適切に設定することにより、温度計測素子から広い温度範囲で、温度上昇に伴って図 5(a)に示すようにほぼ直線的に増加する磁束を漏洩させたり、図 5(b)に示すように順次の感温磁性体のキュリー温度を境としてステップ状に増加する磁束を漏洩させることができるので、測定対象に応じて被測定部位の温度を広い範囲に亘って正確に計測することが可能となる。

#### 【0025】

また、永久磁石の周囲に一層の感温磁性体を設ける場合において、永久磁石および感温磁性体の少なくとも一つを薄膜状に形成したり、あるいは永久磁石の周囲に複数層の感温磁性体を設ける場合において、永久磁石および複数の感温磁性体のうちの少なくとも一つを薄膜状に形成することもできる。

このようにすれば、温度計測素子全体を小型化できるので、特に生体内に埋設する場合に、患者の負担を軽減することができる。

#### 【0026】

さらに、図 4 に示した温度計測方法では、生体内部の一箇所の温度を測定するようにしたが、例えば温熱治療の際に、生体内の特定部位およびその近傍にそれぞれ温度計測素子を埋設し、各温度計測素子からの漏洩磁束を対応する磁気センサで個別に検出して、特定部位およびその近傍の温度を計測することもできる。

With embodiment which is shown in for example Figure 1 , Curie temperature encircling the periphery of permanent magnet 2 with temperature-sensitive magnetic member 3, 4 of different two layers , temperature measurement element 1 was done the configuration , but temperature-sensitive magnetic member is done more, or Curie temperature configuration can also laminate temperature-sensitive magnetic member of respective different three layers or more and do temperature measurement element .

However, when temperature-sensitive magnetic member of three layers or more is laminated, in same way as embodiment which description above is done, it leaves from the permanent magnet following and it laminates in order where Curie temperature becomes low.

this way if temperature-sensitive magnetic member is provided three layers or more , by setting Curie temperature and composition etc of each temperature-sensitive magnetic member appropriately, as from temperature measurement element with wide temperature range , shown in Figure 5 (a ) attendant upon temperature rise , leak it can point to magnetic flux which almost increases in linear , As shown in Figure 5 (b ) , because magnetic flux which increases in the step with Curie temperature of temperature-sensitive magnetic member of sequential as boundary leak is possible, it becomes possible extending to broad range , to measure temperature of suffering measurement site accurately according to measurement subject .

#### 【0025】

In addition, when more temperature-sensitive magnetic member is provided in periphery of the permanent magnet , putting, when forms at least one of permanent magnet and temperature-sensitive magnetic member in the thin film , or provides temperature-sensitive magnetic member of multiple layers in periphery of permanent magnet putting, it is possible also to form at least one among temperature-sensitive magnetic member of the permanent magnet and plural in thin film .

If it makes this way, because temperature measurement element entirety miniaturization is possible, when embedding it makes especially inside the body , burden of patient can be lightened.

#### 【0026】

Furthermore, with temperature measurement method which is shown in Figure 4 , it tried to measure temperature of one site of inside the body , but case of the for example heat therapy , embedding to do respective temperature measurement element in identification unit rank and its vicinity of inside the body . detecting leak magnetic flux from each temperature measurement element individually with magnetic sensor

この場合、各温度計測素子として、温度上昇に伴って漏洩磁束がほぼ直線的に増加するものを用いることもできるが、各磁気センサの出力に基づいて特定部位の温度を簡単かつ高精度で制御するためには、温度上昇に伴って漏洩磁束がステップ状に増加するものを用いるのが好ましい。

また、各温度計測素子からの漏洩磁束の干渉を防止して、各磁気センサで対応する温度計測素子からの漏洩磁束を有効に検出するため、例えば温度計測素子の形状や設置方向等を適宜設定して、各温度計測素子から漏洩する磁束の方向に指向性を持たせたり、さらには各磁気センサにおける磁気検出方向を適宜設定するようにする。

このようにすれば、特定部位およびその近傍の温度を詳細かつ精密に計測することができる。

【0027】

また、この発明は、感温磁性体のキュリー温度を適切に設定することにより、非生活環境現場等の生体以外の温度計測にも有効に適用することができる。

【0028】

【発明の効果】

以上のように、この発明に係る温度計測素子によれば、永久磁石の周囲を感温磁性体で覆っているので、温度に応じて温度計測素子から漏洩する磁束を検出することで、温度計測素子が設置されている被測定部位の温度をリモート状態で計測することができる。

【0029】

さらに、この発明に係る温度計測方法によれば、上記の温度計測素子を用い、該温度計測素子からの漏洩磁束を磁気センサで検出して温度を計測するので、温度計測素子からリード線を引き出すことなく、被測定部位の温度をリモート状態で、しかもリアルタイムで計測することができる。

【図面の簡単な説明】

which corresponds, Also identification unit rank and it is possible to measure temperature of its vicinity .

In case of this , it is possible also to use those where leak magnetic flux almost increases in linear as each temperature measurement element , attendant upon temperature rise ,but in order temperature of identification unit rank to control with simplicity and high precision on basis of output of each magnetic sensor , it is desirable touse those where leak magnetic flux increases in step attendant upon the temperature rise .

In addition, preventing interference of leak magnetic flux from each temperature measurement element ,in order to detect leak magnetic flux from temperature measurement element which corresponds witheach magnetic sensor effectively, setting geometry and mounting direction etc of the for example temperature measurement element appropriately, try to set magnetic detected direction which can give indicator characteristic indirection of magnetic flux which leaks from each temperature measurement element furthermore in each magnetic sensor appropriately.

If it makes this way, temperature of identification unit rank and its vicinity canbe measured in detail and precision .

[0027]

In addition, it can apply this invention, effectively to also the temperature measurement other than non- living environment site or other body by setting Curie temperature of temperature-sensitive magnetic member appropriately.

[0028]

[Effects of the Invention ]

Like above, according to temperature measurement element which relates to this invention,because periphery of permanent magnet has been covered with temperature-sensitive magnetic member , by thefact that magnetic flux which leaks from temperature measurement element according to temperature is detected, temperature of suffering measurement site where temperature measurement element isinstalled can be measured with remote state .

[0029]

Furthermore, detecting leak magnetic flux from said temperature measurement element with magnetic sensor according to temperature measurement method which relates to this invention, making use ofabove-mentioned temperature measurement element , because it measures temperature , with the remote state , furthermore it can measure temperature of suffering measurement site with real time without pulling out lead body from temperature measurement element .

[Brief Explanation of the Drawing (s )]

## 【図1】

この発明に係る温度計測素子の一実施の形態を示す断面図である。

## [Figure 1]

It is a sectional view which shows one embodiment of temperature measurement element which relates to this invention.

## 【図2】

図1に示す温度計測素子からの異なる温度での漏洩磁束を説明するための図である。

## [Figure 2]

It is a figure in order to explain leak magnetic flux with different temperature from the temperature measurement element which is shown in Figure 1.

## 【図3】

図1に示す温度計測素子の具体的構成における感温磁性体の磁束密度の温度特性および温度計測素子の漏洩磁束の温度特性を示す図である。

## [Figure 3]

It is a temperature characteristic of magnetic flux density of temperature-sensitive magnetic member in specific constitution of temperature measurement element which is shown in Figure 1 and a figure which shows temperature characteristic of the leak magnetic flux of temperature measurement element.

## 【図4】

この発明に係る温度計測方法の一実施の形態を示す図である。

## [Figure 4]

It is a figure which shows one embodiment of temperature measurement method which relates to this invention.

## 【図5】

この発明に係る温度計測素子における漏洩磁束の温度特性の二つの例を示す図である。

## [Figure 5]

It is a figure which shows example of two of temperature characteristic of leak magnetic flux in temperature measurement element which relates to this invention.

## 【符号の説明】

## [Explanation of Symbols in Drawings]

1

温度計測素子

1

temperature measurement element

2

永久磁石

2

permanent magnet

3

感温磁性体

3

temperature-sensitive magnetic member

4

感温磁性体

4

temperature-sensitive magnetic member

5

磁気センサ

5

magnetic sensor

6

漏洩磁束

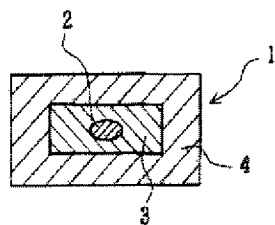
6

leak magnetic flux

## Drawings

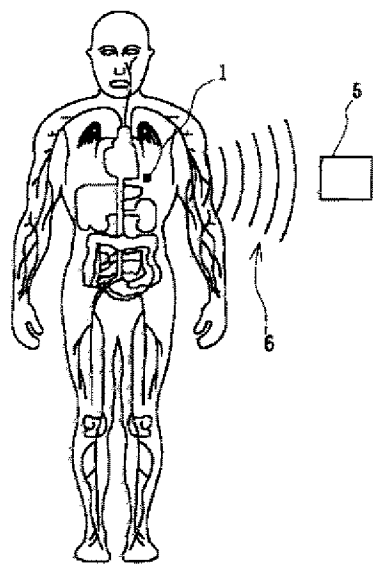
## 【図1】

## [Figure 1]



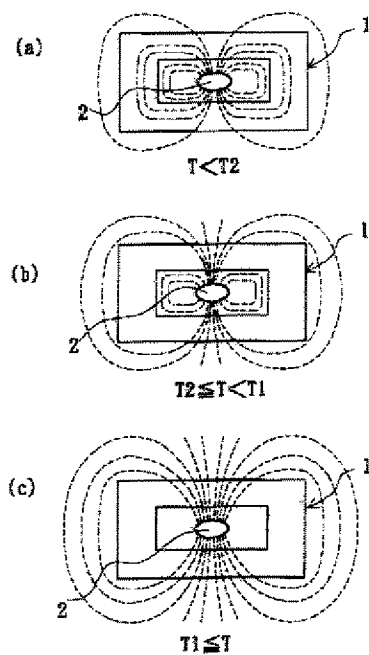
【図4】

[Figure 4]



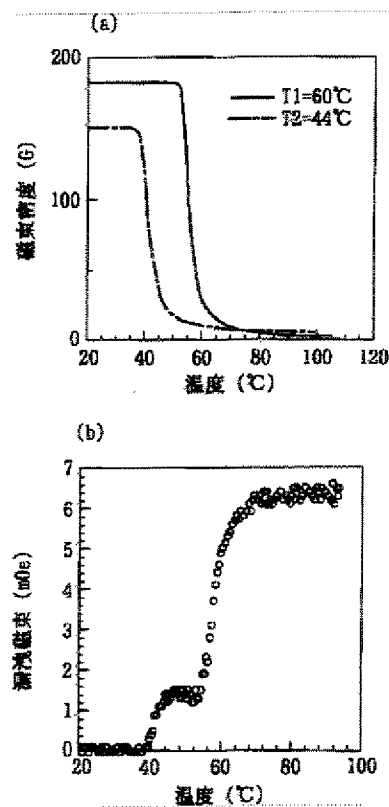
【図2】

[Figure 2]



【図3】

[Figure 3]



【図5】

[Figure 5]

